



## Fosfor- och kväveförluster från Örsundaåns avrinningsområde



Markus Mohlin

Handledare: Barbro Ulén

---

**Seminarier och examensarbeten Nr. 55**  
**Sveriges Landbruksuniversitet**  
**Institutionen för markvetenskap**  
**Avdelningen för vattenvårdslära**

**Uppsala 2005**  
ISRN SLU-VV-SEMEX-55-SE  
ISSN 1100-2263

---



# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	5
<b>Inledning</b>	7
Syfte	7
<b>Material och metoder</b>	8
Örsundaåns avrinningsområde	8
Områdesbeskrivning	8
Ekoln	9
Provpunkter för vattenprovtagning	9
Provtagning, analys och flödesuppgifter	9
Karta över området	10
Jordart och fosforstatus	11
Djurhållning	11
Odling	12
Enskilda avlopp	12
Avloppsreningsverk	13
<b>Resultat</b>	13
Vattenkemi i Örsundaån	13
pH-värde, Alkalinitet och Konduktivitet	13
Närsaltshalter	14
Klassning av vattenkvalitet från jordbruksmark och skog	15
Kväve	15
Fosfor	19
Alsta sjö	19
<b>Diskussion</b>	20
<b>Tackord</b>	22
<b>Litteraturförteckning</b>	22
<b>Bilagor</b>	24
Bilaga 1. Beskrivning av provpunkterna.	
Bilaga 2. Beräkningsunderlag för hur mycket växtnäringsämnen som genereras i de enskilda avloppen.	
Bilaga 3. Allmänt om fosfor och kväve.	



## Sammanfattning

Örsundaån mynnar i Ekoln, som är en relativt avgränsad fjärd i Mälaren. En karaktärisering av Örsundaåns avrinningsområde har genomförts. Målet var att få en uppfattning om olika källors bidrag med närsalter till Ekoln. Avrinningsområdet granskades och provpunkter för vattenprovtagning valdes ut för att ge en uppfattning om betydelsen av marknyttjandet. Speciellt skulle skogens betydelse som källa belysas, då det finns inte så mycket data om detta. Provpunkterna delades upp i tre olika grupper beroende på hur de representerade olika andel åker- och ängsmark i avrinningsområdet. Skogspunkterna hade mindre än 5 % åker- och ängsmark i sina respektive avrinningsområden. Jordbrukspunkterna representerade minst ca 40 % åker- och ängsmark, medan två resterande provpunkter utgjorde en "blandgrupp".

Vattenproverna som samlades in vid fyra tillfällen under år 2005 analyserades med avseende på olika kväve- och fosforfraktioner.

Resultaten visar att områden med stor andel åker- och ängsmark hade högre halter av totalkväve än de med mindre.

För totalfosfor var värdena som högst vid snösmältningen då samtliga värden var högre än 0,150 mg/l. Sådana höga halter förekom inte vid andra provtagningstillfällen. Typvärden för totalkväve blev 1,45 mg/l vid lågflödesperioden och 1,50 mg/l vid högflöde. För totalfosfor blev skillnaderna tydligare: 0,057 mg/l vid lågflöde och 0,139 mg/l vid högflöde.

43 % av hushållen i området har enskilda avloppssystem. Dessa bidrar till att en förhållandevis stor andel av närsaltsbelastningen. Humanproducerad urin och fekalier påverkar sålunda vattenkvaliteten på ett negativt sätt.

Avloppsreningsverken bidrar bara med en mindre andel fosfor och kväve till vattendraget: 240 kg respektive 16 000 kg. Den årliga totala belastningen från Örsundaån till Ekoln är omkring 100 gånger så stor.



## Inledning

Införandet av EU:s Vattendirektiv innebär krav att alla större vattendrag i Sverige ska karakteriseras, att deras status ska bedömas och att man därefter ska upprätta åtgärdsplaner för hur påverkade vatten ska återfå en bättre kvalitet. Det finns ganska bra uppgifter när det gäller koncentrationer av näringsämnena kväve och fosfor i vattendrag från jordbruksmark men situationen är inte lika bra när det gäller vattendrag från skogsmark, speciellt i Mellansverige. I denna del av landet består åkermarken ofta av ler eller mjälajordar och man har problem med höga fosforkoncentrationer i vattendragen både beroende av diffust läckage från de odlade lerjordarna och punktutsläpp från enskilda avlopp. Örsundaåns avrinningsområde belastar Ekoln med stora mängder fosfor (Ulén, 2005). Denna del av Mälaren är viktig för Uppsala stad som därför jobbar både kortsiktigt och långsiktigt för att minska övergödningen av fjärden. Mälaren är en insjö med en måttlig hög kvot kväve till fosfor i alla fjärdar förutom i Ekoln och den västligaste sjöbassängen Blacken. I Ekoln är kvoten som högst och är i genomsnitt 42 under året (Hilding, 2004). Fosfor anses därmed här vara det mest begränsande ämnet för primärproduktionen.

Avloppsreningsverken fäller ut huvudparten av den inkommande fosfor, och generellt minskade fosforbelastningen under 70-talet. Förhållandena i Mälaren har trots detta inte blivit mycket bättre, vilket kan ha att göra med att det fortfarande sker mycket fosfortransport från jordbruksmarken. Man har gödlat upp sina jordar under många år, och det faktum att fosfors uppträdande i mark och vatten är så komplext gör att vi har svårt att veta riktigt vad man skall göra för att minska fortsatta förluster från åkermarken. Den totalt minskade fosforbelastningen innebär också att den relativa effekten av enskilda avlopp blir större. Detta kan på sina håll få stora konsekvenser för enskilda sjöar och vattendrag. De enskilda avloppen är ett dåligt utforskat område. Det är också svårt att rent praktiskt kontrollera dem. Ingen anläggning tycks sig lik den andra, det är så stora variationer i livslängd och reningsgrad vilket bidrar till att man har svårt att utfärda generella regler.

## Syfte

Avsikten med detta arbete har varit att studera vattenkvalitén i Örsundaån, att karakterisera delar av vattendraget med varierande andel skog, åker och bebyggelse och därmed erhålla en tydligare bild av källorna till närsaltstransporten. Därefter diskuteras var man främst bör sätta in åtgärder för att minska belastningen på Ekoln.

# Material och metoder

## Örsundaåns avrinningsområde

### Områdesbeskrivning

Örsundaåns avrinningsområde (Figur 1) är uppdelat i 21 mindre delavrinningsområden. Örsundaån rinner ut i Lårstaviken vilken är en del av Ekoln som i sin tur är länkad till Mälaren. Området som ån dränerar är 734 km<sup>2</sup>, består utav 52 % skogsmark, 4 % våtmark, 42 % åker- och ängsmark, 1 % sjöar samt 1 % övrig mark. I denna indelning har lågproduktiv skogsmark och impediment förts till skogsmark medan övrig mark är tomtmark, annan mark i tätorter eller vägar. I de övre delarna av avrinningsområdet dominerar skogsmarken som sedan successivt övergår till åkermark ju längre ned i systemet man kommer. Fallhöjden för hela området uppgår till 110 meter, men det finns flera sträckor som har betydligt större fallhöjd än den genomsnittliga 0,9 m/km. Vansjön och Nordsjön som ligger i Hebytrakten och andra sjöar i de närliggande kommunerna är viktiga vattenmagasin för hela området. Flera av dessa sjöar har mycket fritidsbebyggelse (Brunberg & Blomqvist, 1997).

Tunga leror dominerar den odlade marken vilket präglar hela avrinningsområdet.

Reningsverken som är stationerade i avrinningsområdet har rening av fosfor som skulle kunna förbättras genom efterfiltrering eller polerdammar (Ulén, 2005). Glesbygdsbefolkningen har enskilda avlopp av olika kvalitet varifrån fosfor och kväve i varierande omfattning kommer ut i vattendragen. I likhet med stora delar av Sverige har djurtätheten i Örsundaåns avrinningsområdet gått ned under senare år. Örsundaån förser Mälaren med en ansenlig mängd växtnäringssämnen varje år, vilket bidrar till övergödning och dåliga syreförhållanden nära bottenarna. Införandet av EU:s Vattendirektiv kommer att innebära krav på att Örsundaån ska bli mindre påverkad av mänsklig aktivitet.

### Ekoln

Ekolns status för år 2004 har jämförts med Mälaren som helhet och också i förhållande till föregående år (Hilding, 2004). Årsmedeltemperaturen 2004 var en grad varmare än normalt och det regnade 16 % mer än genomsnittsvärdet (539 mm) för Mälaronrådet.

Buffertförmågan var mycket god, och pH värdet över 6,8. Ekoln hade tack vare sin höga andel leror i avrinningsområdet en hög konduktiviteten. Förekomsten av organiska ämnen var klassad som måttligt hög, i likhet med förhållandena i närligganden sjöbassänger. I september var det syrefattigt tillstånd i Ekolns bottenvatten, och förhållandena hade försämrats jämfört med föregående år i motsats till förhållandena i övriga delar av Mälaren. Halten totalkväve var mycket hög i Ekoln, över 1,8 mg/l i ytvattnet, och generellt var halterna av alla näringsämnen högre än året innan. Ekoln tillskrevs statusen näringsrikt tillstånd.

Massutveckling av kiselalgerna uppkom i maj, medan en blandning av rekylalger, pansarflagellater och kiselalger dominerade under hösten. De blågrönbakterierna utgjorde inte någon betydande del av samhället i augusti, de var bara vanliga i en av Mälarens fjärdar nämligen Granfjärden. Blågrönbakterier förekom dessutom i fyra andra bassänger under sommaren dock inte i Ekoln. 60 arter av djurplankton identifierades varav flera arter indikerade näringsrikedom. På majoriteten av platserna tenderade djurplankton att ha minskat jämfört med föregående år. Granfjärden och Görvältn var mest påverkade baserat på klassning av djurplankton till skillnad från Ekoln. Bottenfaunan i Ekoln indikerade måttlig syrebrist medan för Mälaren som helhet tycktes syre- och näringssituationen ha varit relativt oförändrad. (Hilding, 2004). Man påträffade larver ifrån vandrarmusslan (*Dreissena polymorpha*), vilken har gynnats av människans aktivitet genom att man t ex är vårdslös med ballastvatten och på så sätt sprider arten mellan olika miljöer.



## Provpunkter för vattenprovtagning

Avrinningsområdet ritades ut på den topografiska kartan, för att det skulle gå att få en uppfattning om var provtagningspunkterna skulle förläggas så att de skulle kunna representera olika slags markutnyttjande. Vid val av provpunkter var det därför viktigt att dels få med rena skogspunkter, men även stora uppsamlande punkter som företrädesvis ligger långt ned i systemet. Provpunkterna måste också vara någorlunda tillgängliga och ligga inom skäligt avstånd från farbar väg. Sju punkter som representerade mindre än 5 % åker- och ängsmark valdes ut i det aktuella området tillsammans med åtta som representerar en större andel åkermark, samt två med endast en mindre andel åkermark (Tabell 1). Provpunkt 5 (Långtora) ingår i Naturvårdsverkets undersökning av intensivområden av jordbruksmark och har 72 % andel åker. Odlingsåtgärder på alla fält samlas där in regelbundet. Vattenföringen har registrerats kontinuerligt sedan 1994. Långtora har provtagits manuellt sedan 1994 och automatiskt och flödesproportionellt sedan juni 2004 (Kyllmar, muntligen 2005-12-12).

## Provtagning, vattenföring och vattenkemisk analys

Vattenprovtagning utfördes vid fyra tillfällen under år 2005. Flöden har fått från SMHI:s avrinningsstation vid Härnevi (Figur 1). För provpunkt 5 (Långtrorabäcken) har de erhållits från avd Vattenvårdsläras kontinuerliga flödesmätningar. Första provtillfället (29:e mars) representerar snösmältningsperioden. Flödet var då högt vid Härnevi ( $28,4 \text{ l/sek} \cdot \text{km}^2$ ). De två följande provtagningar under våren skedde under betydligt lägre flöde; 18:e april noterades  $8,2 \text{ l/sek} \cdot \text{km}^2$  och den 2:a Maj  $4,2 \text{ l/sek} \cdot \text{km}^2$ . En mätning förlades till lågflöde under tidig höst (6:e oktober) då var avrinningen  $0,6 \text{ l/sek} \cdot \text{km}^2$ .

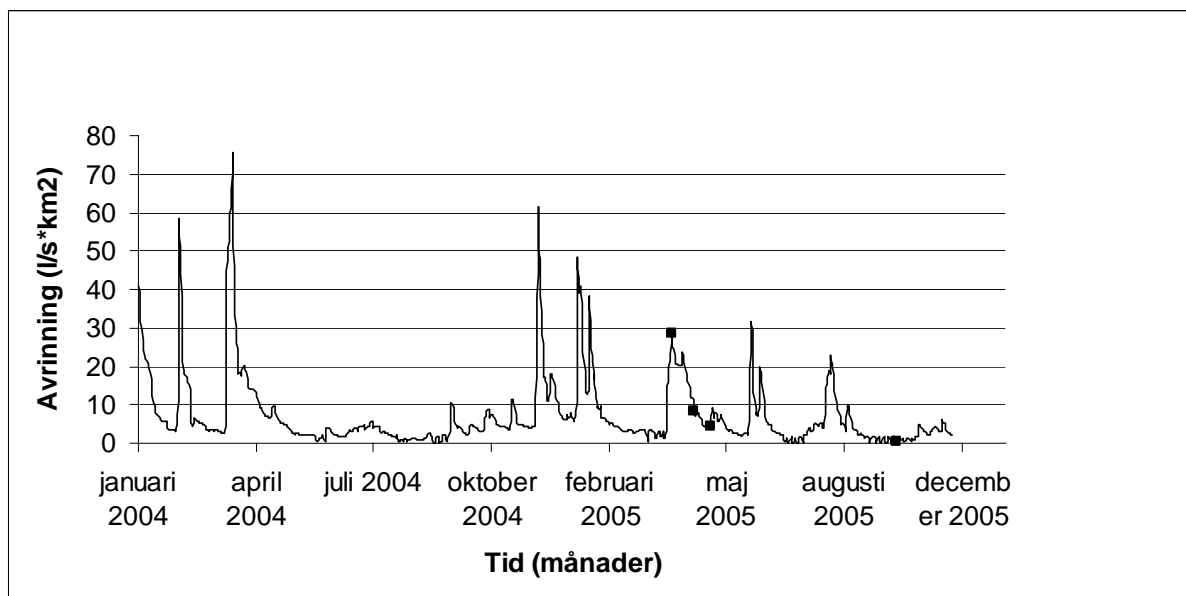
Tabell 1. Provpunkternas nummer (nr) och avrinningsområden som de representerar, där markutnyttjandet uppskattas från Topografiska kartan.

Nr o områdets karaktär	Yta ( $\text{km}^2$ )	Åker (%)	Skog (%)	Övr mark (%)	Sjö & våtmark (%)
1. Jordbruk	29	56	37	3	4
2. Skogsmark	8	5	83	5	7
3. Bland	82	22	68	1	9
4. Jordbruk	43	55	41	0	4
5. Jordbruk	37	72	27	0	1
6. Jordbruk	149	38	56	1	1
7. Jordbruk	48	45	52	0	3
8. Jordbruk	61	70	29	0	1
9. Jordbruk	13	50	48	1	1
10. Jordbruk	40	46	52	0	1
11. Skogsmark	8	5	89	1	5
12. Skogsmark	10	1	90	1	8
13. Skogsmark	5	1	95	1	3
14. Skogsmark	10	1	95	0	4
15. Skogsmark	12	1	95	0	4
16. Bland	20	25	70	1	4
17. Skogsmark	3	1	98	0	1

Provtagnings datum	Flöde Härnevi (l/s*km <sup>2</sup> )	Flöde Långtora (l/s*km <sup>2</sup> )
2005-03-29	28,4	23,58
2005-04-18	8,2	4.54
2005-05-02	4,2	1.92
2005-10-06	0,6	0.80

A map of the study area in southern Sweden, showing 18 numbered sampling sites (red dots) across a landscape of green and yellow vegetation. The map includes labels for 'Härnevi' and 'Nysäter'. The sites are numbered 1 through 18, with 1-3 near Nysäter, 4-8 in the central-eastern part, 9-11 in the western part, and 12-18 in the northern part.

10



Figur 2. Vattenföring vid Härnevi, Örsundaån 2004-2005 med de fyra provtagningstillfällena under 2005 markerade.

## Jordart och fosforstatus

Klassificeringen av jordarna har baserats på data från den allmänna kartläggningen av tillståndet för den svenska åkermarken (Eriksson et al 1997). Den uppodlade marken i Örsundaåns avrinningsområde har i genomsnitt ett organiskt innehåll av 4,5 % och pH-värdet på 6,1. Den består till mycket stor del av lera; 96 % av arealen klassas som lerjord dvs. minst 30 % ler i matjorden och 4 % som mjälig lerjord. Variationerna inom området är liten och åkermarken är därmed jordartsmässigt homogent. Den består av mycket vittrade leror har höga kiselhalter jämfört med de andra jordbruksårar i Sverige (Ulén & Fölster 2005). Skogsmarken består till en större del av mojordar och morän.

Fosfortalet (P-AL talet) ligger i genomsnitt på 7,8 mg/100 g jord och P-HCl talet på 83 mg/100 g jord. Officiell statistisk (Statistiska meddelanden SCB för år 2001) visar på en negativ fosforbalans för marken (-0,2 kg/ha). Det förs alltså i genomsnitt bort mer fosfor från marken via skörd än vad som tillförs med handels- och stallgödsel.

## Djurhållning

Den officiella statistiken från SCB av djurhållningen uppdelat på församlingar överfördes till avrinningsområdet med hjälp av GIS. Antalet idisslande djurenheter för hela området beräknades ha minskat från 4430 år 1985 till 2710 år 2003. För icke-idisslare är motsvarande siffror 4841 till 820. Antalet djurenheter i relation till åkermarkens areal har minskat från 0,21 till 0,15 djurenheter/hektar under 18-årsperioden. Långtoraområdet (Punkt 5) representerar ett område med låg djurtäthet; 0,06-0,10 djurenheter/ha åker (Ulén, 2000).

Tabell 3. Procentuella fördelningen av olika grödor i Örsundaområdet under tiden 1985-2004.

Gröda	1985	1995	2000	2004
Vårsådd spannmål	21,32	12,98	7,08	12,03
Höstsådd spannmål	1,91	3,32	4,46	6,67
Vårsådd oljeväxter	2,35	1,15	0,11	1,54
Höstsådd oljeväxter	0,03	0,08	0,6	1,24
Baljväxter	0,54	0,25	0,27	0,53
Potatis	0,03	0,03	0,14	0,01
Majs/Vegetabilier	0	0	0,08	0,01
Vall	3,63	6,39	9,83	6,73
Träda	0,69	6,55	1,41	4,6
Energi grödor	0	0,36	0,51	0,13
Skyddszoner och konstruerade våtmarker	0	0	0,03	0,16
Annat	0,33	0,3	0	0,27
Icke uppodlad mark	69,20	68,59	69,48	66,24

## Odling

Den officiella statistiken visar (Tabell 3) i att det har blivit lite vanligare med höstsådda grödor. Höstsådda oljeväxter har också ökat vilket medför en mer varierande växtföljd. Annars är det en relativt traditionell fördelning. Övriga odlingsåtgärder såsom jordbearbetning kan inte beskrivas statistiskt. Egna iakttagelser har dock varit att höstplöjning minskat i området och att såberedningen numera ofta sker med t ex Carrier maskiner.

## Enskilda avlopp

Befolkningstätheten är 10 personer per km<sup>2</sup> Örsundaåns avrinningsområde (Ulén & Fölster 2005). Sammanlagt förekommer det relativt mycket enskilda avlopp. Enlig SCB:s statistik är 7 400 hushåll anslutna till kommunala avloppsreningsverk medan det finns 5 600 hushåll med enskilda avlopp. Det innebär att 43 % inte är anslutna. Statistiken för fritidsbebyggelse visar på 1 500 fritidshus. Vilka som är bebodda och hur ofta är okänt liksom typen av avlopp.

Fritidsbebyggelsen bidrag med avlopp har därför inte beräknats.

Örsundaåns fosforbidrag till Ekoln låg enligt modellberäkningar på 26,3 ton årligen baserat på åren 1968-1989 (Forsell & Petterson 1995). De 5 600 hushållen i avrinningsområdet uppskattas motsvara ungefär 14 000 personer. Mängden kväve och fosfor som därmed belastar området varje år har beräknats från schablonvärden för avloppsvattnets sammansättning och hur effektiv reningen av enskilda avlopp brukar vara. (Se bilaga 2). Via denna nettobelastning uppskattades c:a 4 ton fosfor och drygt 28 ton kväve komma ut i Örsundaån, varvid den eventuella retentionen mellan anläggningen och Örsundaån som är helt okänd har antagits vara noll. Om närsalterna infiltrerar i marken kan en hel del tas om hand på det sättet, men om avloppen ansluts till i diken eller rör så blir det mycket som kommer ut i vattendragen.

Tabell 4. Utsläpp av närsalter från ARV i området för år 2004.

Avloppsreningsverk	Fosfor (kg)	Kväve (kg)	Dimension (pe)
Örsundsbro	43	2 600	2 000
Järlåsa	9,5	1 200	600
Heby	61	1 070	4 500
Fjärdhundra	16,1	3 350	1 100
Morgongåva/Vittinge	109	7 700	3 000
Totalt	238,6	15 920	11 200

## Avloppsreningsverk

Det finns fem stycken avloppsreningsverk i det undersökta området. Dessa ligger i anknytning till de större samhällena Örsundsbro, Fjärdhundra, Heby, Järlåsa och Morgongåva/Vittinge.

De två sistnämnda har ett gemensamt avloppsreningsverk. I likhet med de flesta avloppsreningsverk i Sverige har man mycket bra teknik för att rena det inkommande vattnet med avseende på fosfor och bör motsvara minst 95 % reduktion. Dagvatten från samhällena Heby och Morgongåva/Vittinge leds delvis till avloppsreningsverket. För de andra tre samhällena är inte dagvattnet kopplat till avloppsreningsverket men visst inläckage sker antagligen.

De kommunala avloppsreningsverken sammanlagda utsläpp (Tabell 4) var betydligt lägre än de enskilda avloppens bruttobidrag

## Resultat

### Vattenkemi i Örsundaån

#### pH-värdet, alkalinitet och konduktivitet

Värdena för pH, alkalinitet och konduktivitet (Tabell 5) är typiska för år med liknande geologiska förutsättningar som Örsundaån men uppvisade stor variation.

Tabell 5. Uppmätta pH-värden, konduktivitet (kond) (mS/m) och alkalinitet (alk) (mg/l) för varje provpunkt olika veckor.

Provpkt nr:	pH	kond	alk	pH	kond	alk	pH	kond	alk	pH	kond	alk
	Vecka 13			Vecka 16			Vecka 19			Vecka 40		
1	7,3	20	1,20	7,4	22	1,21	7,6	24	1,48	7,6	29	2,08
2	7,5	14	1,09	7,7	17	1,27	7,6	15	1,06	7,7	40	4,43
3	7,2	14	0,90	7,3	15	1,01	7,2	15	0,99	7,3	19	1,47
4	7,2	13	0,71	7,4	23	1,25	7,5	27	1,47	7,7	38	2,84
5	7,5	19	1,44	7,8	48	3,43	7,7	41	2,72	8,0	63	4,88
6	7,2	12	0,64	7,5	21	1,25	7,5	20	1,16	7,8	38	3,25
7	7,3	9	0,49	7,5	20	1,10	7,5	26	1,35	7,8	41	3,69
8	7,3	13	0,72	7,5	20	1,06	7,5	29	1,50	7,8	34	2,51
9	7,3	13	0,78	7,6	16	1,06	7,6	19	1,23	7,8	29	2,26
10	6,8	17	0,85	7,4	26	1,39	7,3	22	1,25	7,8	56	3,92
11	6,6	14	0,49	6,9	12	0,43	6,9	11	0,46	7,8	34	2,94
12	6,2	5	0,23	6,4	4	0,13	6,5	5	0,20	6,8	5	0,28
13	6,4	12	0,84	6,6	7	0,44	6,8	10	0,63	6,9	11	0,99
14	6,8	14	1,10	7,2	14	1,17	7,2	14	1,14	7,7	43	5,16
15	6,6	4	0,24	7,1	7	0,40	7,0	7	0,41	7,4	12	1,14
16	7,1	12	0,88	7,7	15	0,93	7,4	14	0,87	7,4	16	1,12
17	6,5	8	0,35	7,1	12	0,55	6,9	10	0,43	-		

Tabell 6. Medelhalter av växtnäringsämnen i Örsundaåns avrinningsområde.

Vecka	Totalfosfor (mg/l)	Totalkväve (mg/l)
13	0,139	1,50
16	0,053	1,41
19	0,069	1,82
40	0,049	1,11

pH-värdena varierade från 6,2 till 8,0, det lägsta värdet härstammade från punkt 12 vecka 13 och det högsta från punkt 7 vecka 40. pH-värdet var som lägst vid de punkter som är belägna högt upp i avrinningsområdet och domineras av skogsmark för att sedan långsamt öka ju längre ner i systemet man kommer.

Punkt 12 representerar 90 % skogsmark och i samband med snösmältningen var pH relativt lågt (6.2). Jordbrukspunkterna, t ex nr 7 hade däremot högre pH eftersom marken domineras av lerjord. Under senare delen av säsongen med lågflöde var andelen grundvatten i ån större och pH-värdet därmed högre. Dessutom kan pH i vattnet ha påverkats av primärproduktionen under sommaren vilket i sig gör att värdet ökar.

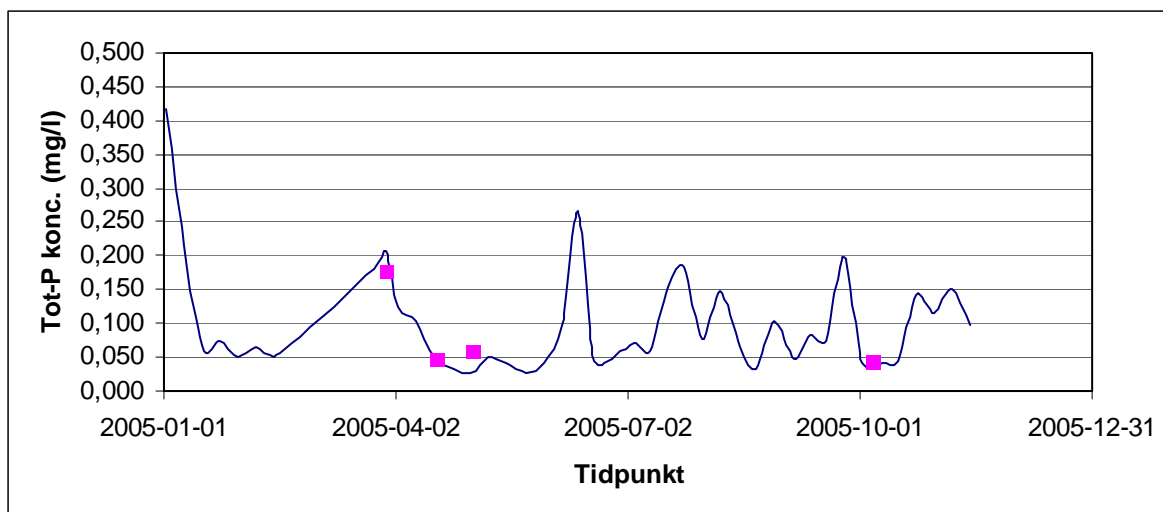
Alkaliniteten är ett mått på vattnets buffertförmåga gentemot försurning. Den beror på vittringen av mineral i marken och vid det normala pH-intervallet bestäms den i allt väsentligt av dess vätekarbonathalt (Naturvårdsverket 2005). Enligt Naturvårdsverkets klassning så innebär mycket hög alkalinitet att vattnet innehåller är över 3 mekv/l och detta värde överskreds i flera punkter vid den sista provtagningen. De uppmätta värdena och de aktuella pH-värden som råder visar att det inte finns någon risk för försurning.

## Närsaltshalter

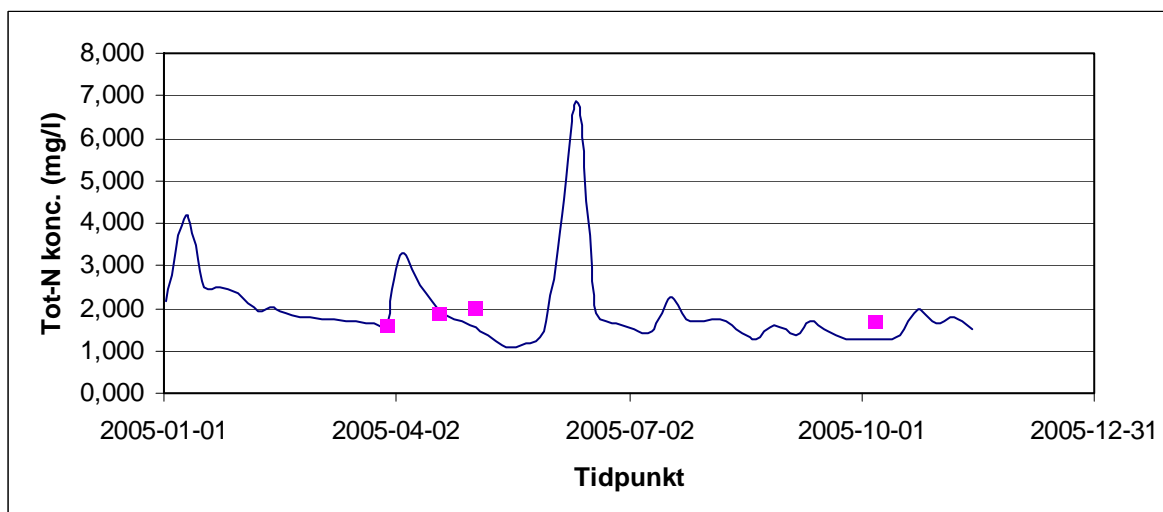
Medelhalten totalfosfor var 0,117 mg/l och totalkväve 1,98 mg/l nära utloppet under 1995-2003 (Ulén & Fölster, 2005). För närliggande punkt i den här undersökningen som dominerades av låga flöden var de uppmätta halterna oftast lägre (i medeltal 0,079 mg/l respektive 1,54 mg/l). Medelhalter för samtliga provpunkter vid de fyra provtagnings-tillfällena under 2005 var också lägre (Tabell 6).

Avloppsreningsverken i Örsundaåns avrinningsområde belastar vattendraget årligen med knappt 0,25 ton fosfor och 16 ton kväve. Detta framstår som litet jämfört med vad de enskilda avloppen kan tillföra om det inte sker någon reduktion före vattendraget. Örsunda reningsverk förbättrades 1993 och man anlade bland annat en polerdamm dvs. en våtmark efter avloppsreningsverket för att öka reningen. Enligt V. Walgeborg (driftschef på reningsverket) är kraven att det vatten som släpps ut efter polerdammen ska ha en fosforhalt på mindre än 0,3 mg /l. Reningsverket uppfyller oftast detta krav med god marginal. Vattnet som lämnar verket och går ut i våtmarken håller redan den halten och retentionen i våtmarken är att betrakta som en bonus. Utsläppspunkten i Örsundaån ligger ca 2 km före åns utflöde till Lårstaviken och ytterligare retention i ån är därmed begränsad.

Resultatet från de i den här undersökningen manuellt tagna vattenproven jämfördes med de från den flödestyrda provtagning som sker kontinuerligt vid Långtora. De manuellt tagna proverna var representativa för de flödesstyrda (Figur 3 a och b) och den automatiska provtagning som sker verkar därför fungera bra.



Figur 3 a) Totalfosforhalt (mg/l). vid flödesproportionella halter från Långtoraområdet markerade som en kontinuerlig linje och manuella prov vid mätillfällena för Örsundaån.



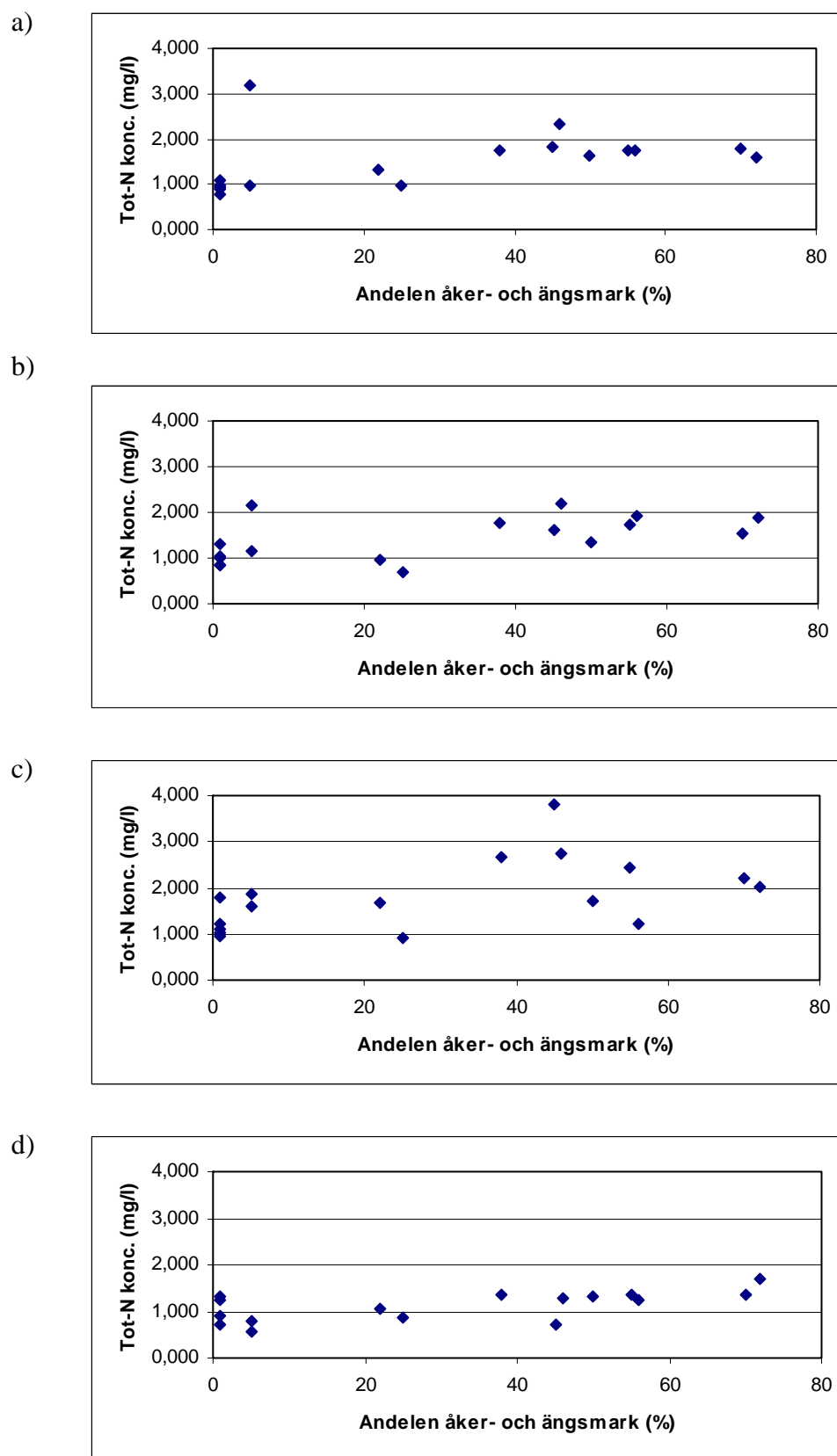
Figur 3 b) Totalkvävehalter (mg/l). vid flödesproportionella halter från Långtoraområdet markerade som en kontinuerlig linje och manuella prov vid mätillfällena för Örsundaån.

### ***Klassning av vattenkvalitet från jordbruksmark och skog***

Klassning av vattenkvalitet gjordes med avseende på halterna totalkväve och totalfosfor. Samband mellan andelen jordbruksmark i respektive området och halterna av kväve respektive fosfor i motsvarande punkter finns åskådliggjorda i figur 4 & 5.

### **Kväve**

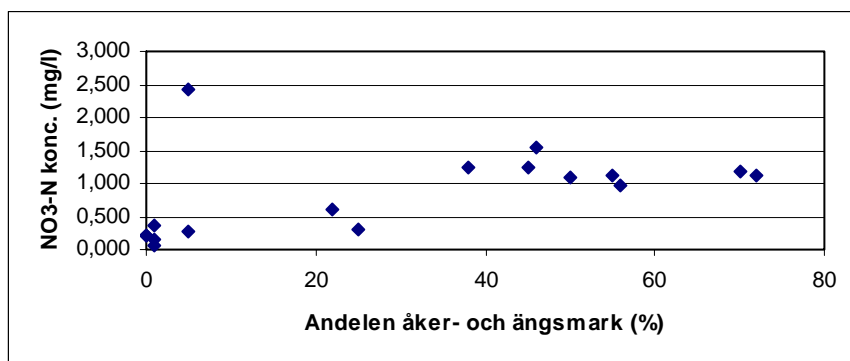
Överlag uppmättes det låga kvävevärden. De punkter som är klassade som "skogspunkter" låg ganska samlade (Figur 4a), med ett undantag för en skogspunkt hade förhållandevis höga totalkvävehalt under snösmältningen. Uppströms denna punkt fanns åtminstone en fastighet och en gödselanläggning som troligen har påverkat resultatet.



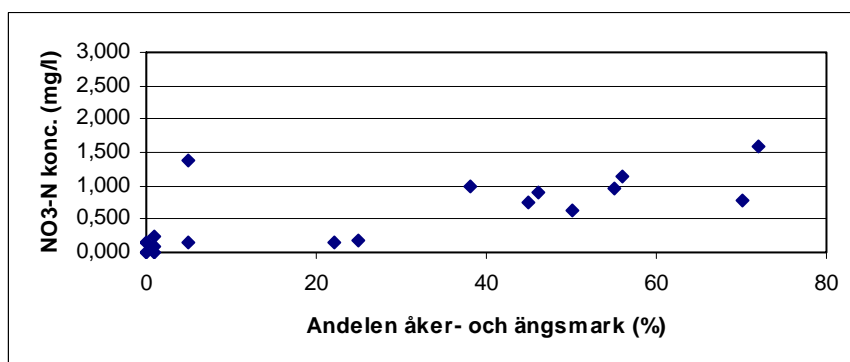
Figur 4. Totalkvävehalt (Tot-N) i förhållande till andelen åker- och ängsmark a) vecka 13, b) vecka 16, c) vecka 19 och d) vecka 40, år 2005.



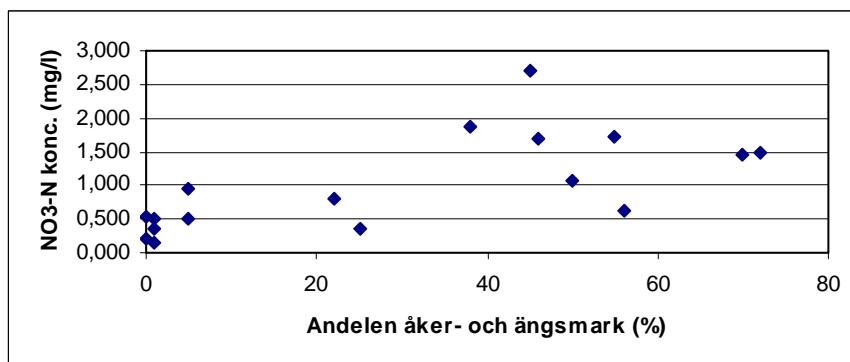
a)



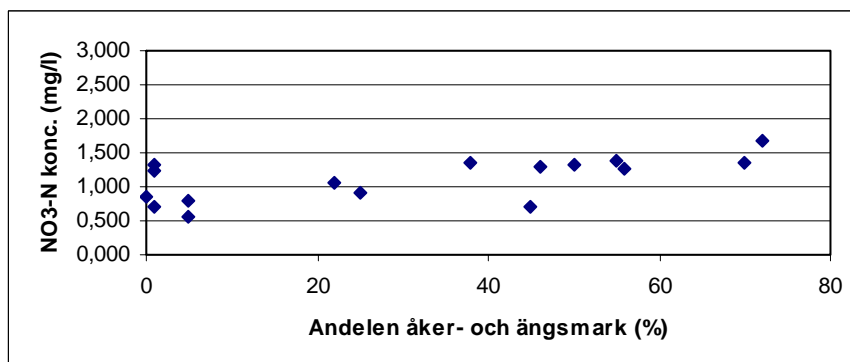
b)



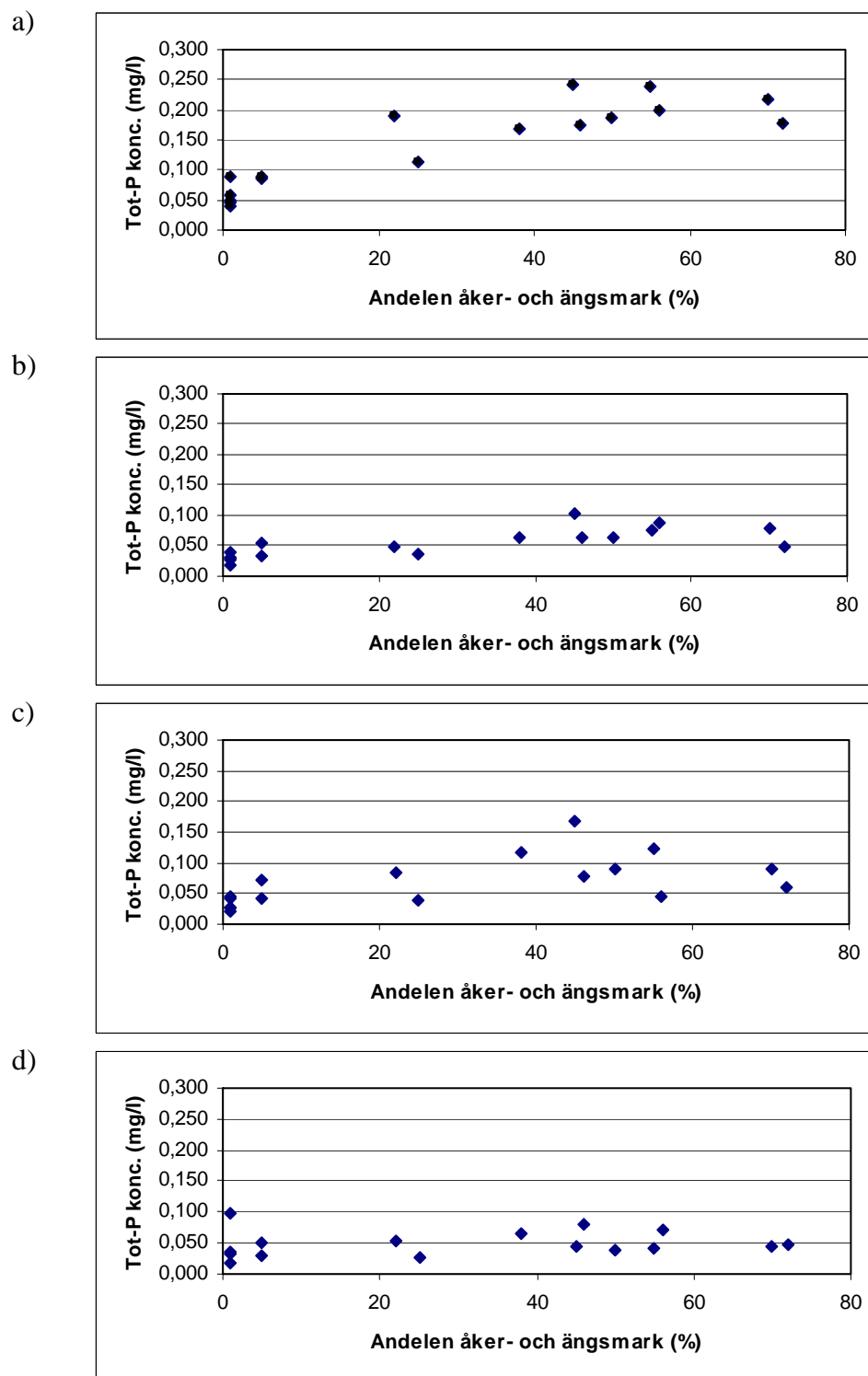
c)



d)



Figur 5. Nitratkvävehalt (NO<sub>3</sub>-N) i förhållande till andelen åker- och ängsmark a) vecka 13, b) vecka 16, c) vecka 19 och d) vecka 40, år 2005.



Figur 6. Totalfosforhalt (Tot-P) i förhållande till andelen åker- och ängsmark a) vecka 13, b) vecka 16, c) vecka 19 och d) vecka 40, år 2005.

Tabell 7. Halter av olika fosforfraktionerna i Örsundaån före inloppet och efter utloppet i Alsta sjö under de fyra provtagningstillfällena.

Punkter	PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	Part-P (mg/l)	Övrigt P	Tot-P (mg/l)	Part-P (mg/l)
Före inlopp v13	0,014	0,116	0,108	0,238	0,116
Efter utlopp v13	0,031	0,091	0,078	0,200	0,091
Före inlopp v16	0,013	0,040	0,022	0,075	0,040
Efter utlopp v16	0,010	0,061	0,018	0,089	0,061
Före inlopp v19	0,003	0,083	0,036	0,122	0,083
Efter utlopp v19	0,004	0,019	0,023	0,046	0,019
Före inlopp v40	0,015	0,011	0,017	0,043	0,011
Efter utlopp v40	0,034	0,018	0,019	0,071	0,018

Kvävehalterna i de två punkterna som är klassade som blandpunkter hade kvävehalter i en nivå mellan skogspunkterna och åkerpunkterna (Figur 4a). Lite senare på året (Figur 4b) såg det ut på ett liknande sätt, blandpunkterna låg väl samlade och lägre än samtliga jordbrukspunkter men i nivå med skogspunkterna. Det är samma skogspunkt som avviker från de andra. I början på sommaren (Figur 4c) blev mönstret med totalkvävehalter svårtolkat. Skogspunkterna hade mindre varierade halter medan jordbrukspunkterna varierade mer. I början på hösten (Figur 4d) var totalkvävehalt mellan 0,5 och 1,7 mg/l i alla delavrinningsområden.

Nitratkoncentrationerna (Figur 5) gav tydligare typhalter än totalkvävehalterna. Totalkväve består till stor del av nitratkväve därför åskådliggörs detta här.

## Fosfor

Totalfosforhalterna varierade förhållandevis mer än kvävehalterna; vid samtliga tillfällen uppmättes mellan 0,02 och 0,250 mg/l. Variationerna var störst vid snösmältningen (Figur 6a) då de låg mellan 0,040 och 0,241 mg/l. Typvärdet för skogsområden var 0,041 mg/l och värdena låg mellan 0,018-0,099 mg/l vid samtliga tillfällen. För delområden med minst 37 % åkermark var totalfosforhalten 0,046-0,241 mg/l och typvärdet var 0,097 mg/l.

## Alsta sjö

Alsta sjö ligger väldigt långt ner i Max djupet är 4,6 meter, medeldjupet är 2 meter och sjön innehåller 2,67 Mm<sup>3</sup> vatten som omsätts på 6 dygn. Eftersom sjön är så pass grund och omsättningen snabb kan man förvänta att syrgasförhållandena är relativt goda. Detta borde i sin tur innebära att sjösedimenten inte fungerar som en fosforkälla.

Fosforhalter med inflödet till – respektive utflödet från sjön indikerades genom att jämföra av uppmätta halter vid provpunkt 4 före Alstasjön respektive punkt 1, strax innan ån flyter igenom Örsundsbro. Totalfosforhalten vid provtillfällena var i genomsnitt 0,11 mg/l vilket är mycket nära den genomsnittliga halten under perioden 1983-2003 på 0,12 (Ulén & Fölster 2005). I samband med snösmältningen var koncentrationen övrig fosfor mycket hög i vattendraget vilket kan bero på en hög koncentration av kolloidbunden fosfor. Fina kolloider slammar lätt upp från marken i det elektrolytfattiga smältvattnet och kolloiderna är kända att binda förhållandevis mycket fosfor (Ulén, 2003). Vid fosfortillförsel från sjöbottnar sker det i fosfatform. Möjligen kan en sådan intern belastning ha skett vecka 40 då halterna var högre efter utloppet än före i inloppet. Alstasjön verkar inte att generellt fungera som ett klarningsbäcken eftersom halten partikelbunden fosfor ibland stiger efter passagen genom sjön (Tabell

7). Det kan ha berott på att det skapas turbulens på grund av strömmar som kan virvla upp bottensedimentet.

Tabell 8. Halter av olika kvävefraktionerna i Örsundaån före inloppet och efter utloppet i Alsta sjö under de fyra provtagningstillfällena.

Punkter	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	Organiskt kväve (mg/l)	Tot-N (mg/l)
Före inlopp v13	0,003	1,13	0,62	1,75
Utlopp v13	0,078	0,973	0,72	1,77
Inlopp v16	0,047	0,958	0,72	1,73
Utlopp v16	0,060	1,14	0,71	1,91
Inlopp v19	0,039	1,71	0,70	2,45
Utlopp v19	0,013	0,629	0,59	1,23
Inlopp v40	0,000	0,868	0,51	1,38
Utlopp v40	0,025	0,440	0,79	1,26

Organiskt kväve har beräknats som en different mellan totalkväve och oorganiskt bundet kväve (Tabell 7). Denna fraktion var relativt konstant och utgjorde i genomsnitt drygt 40 % av totalkvävehalten dvs. en något lägre andel än genomsnittligt under 1983-2002 då den varit 48 % (Ulén & Fölster 2003). Nitrathalterna tenderade att minska under passagen genom sjön, vecka 19 och 40 vilket kan vara ett resultat av upptag av primärproducenter i sjön. Skillnaderna i halterna är dock små och man kan knappast dra några slutsatser om balans mellan produktion och nedbrytning i sjön och dess inverkan på närsaltshalterna.

## Diskussion

De nationella miljömålen (15 stycken) inbegriper bland annat ”Ingen övergödning”, ”Levande sjöar och vattendrag”, ”Grundvatten av god kvalitet” och ”Hav i balans” som alla är direkt knuta till fosfor och kväve. Enligt en nyligen lagd proposition ska inte bara kvävemålet kvantifieras utan också fosformålet. Fram till år 2010 ska belastningen av fosfor minska med 20 % jämfört med 1995 års nivå.

I Örsundaåns avrinningsområde finns det mycket enskilda avlopp. Det saknas idag kunskap om hur mycket fosfor och kväve från dessa som verkligen når vattendragen men de schablonberäkningar som gjorts visar att det kan vara stora mängder. Det är politiskt svårt att kräva långtgående rening av enskilda personer eftersom det innebär dyra investeringar som i förlängningen kan tvinga befolkningen att flytta det vill säga göra landsbygden mindre levande. Det finns exempel på en kommun som krävt mera långtgående rening men där inte ens möjligheter med 50 % investeringsbidrag medfört så mycket fler förbättrade avlopp åtminstone inte på kort sikt (Ulén & Kalisky, 2005). En intressant aspekt är dessutom att den fosfor som avloppsvattnet genererar verkar mycket mer eutrofierande (det vill säga är mer alg tillgänglig) jämfört med så kallad erosionsfosfor från åkermark (Ekholm & Krogeus 2003). Därför är det viktigt att försöka skilja de olika fosforfraktionerna åt i belastningsberäkningar åtminstone genom att skilja på löst och partikelbunden fosfor. (Ulén & Fölster 2005).

För att förbättra reningseffekten av de kommunala avloppsverken kan man göra efterfiltreringar och man kan bygga polerdammar. Frågan är om det går att få bort mer fosfor från de kommunala avloppen till ett överkomligt pris. Återföringen av växtnäringen till jordbruket

från både kommunala och enskilda avlopp är ännu så länge mycket liten och här finns mycket att göra.

Med kännedom om jordarnas egenskaper kan man med hjälp av GIS (geografiskt informationssystem) erhålla enkla och precisa rekommendationer för sin gödslingsstrategi och val av andra odlingsmetoder (Djodjic & Bergström, 2005). Detta får man hoppas blir mer utbrett i framtiden. För Örsundaåns del är fosforgödslingen generellt på en låg nivå. Fördelningen av gödslingen skulle dock antagligen kunna förbättras på gårdsnivå genom rådgivning. Lantbrukarna kommer nu också att erbjudas systematisk rådgivning genom att kampanjen "Greppa Näringen" når Mälardalen. Ändrade jordbearbetningsstrategier med mindre plöjning kommer antagligen att minska fosforförlusterna till Örsundaån. Förutom att man kan förvänta sig en direkt minskning av partikelbunden fosfor bidrar en ökad mullhalt i jorden att denna får en bättre struktur och aggregatstabilitet. Man bör samtidigt vara klar över att eftersom de naturliga systemen är mycket tröga, kommer det att ta lång tid i anspråk för att se klara förbättringar. Vad som är antropogen, det vill säga av människan påverkad nivå, och vad som är en naturlig bakgrundsnivå är också mycket svårt att definiera. I Örsundaån antyder höga kiselhalter att den vittringen är hög och därmed kan den naturliga bakgrundsbelastningen också vara hög.

Ur eutrofieringssynpunkt är både kväve och fosfor halterna viktiga. För Ekoln måste man koncentrera sig på fosfor som är mest tillväxtbegränsande i Mälaren. Vid ökat fosfortillskott risker man att det utbryter blomningar av kvävefixerande bakterier. På samma sätt får inte en alltför kraftig kväverening stimulera cyanobakterierna. Man måste alltså minska både fosfor och kväve samtidigt så att inte kvoten kväve/fosfor sjunker.

För Östersjöns del har det länge rått oenighet om vilket av ämnena som det är viktigast att åtgärda. En nyligen gjord internationell utvärdering (Boesch et al., 2005) slog fast att fosfor var mest begränsande i kustnära områden och i egentliga Östersjön men att kvävet var mest begränsande i de norra delarna. Man rekommenderade därför att fortsätta och minska fosforbelastningen från avlopp och jordbruk till Östersjön. Enligt nyliga beräkningar finns det 150 000 ton fosfor tillgängliga i sedimenten och den årliga tillförseln är 30 000 ton (Per Jonsson, muntl.). Om en stor del av all extern tillförsel stryps kan alltså sedimenten tömmas så småningom. Det är en indikation på att det går att bromsa och förbättra situationen. Men bara för att det kommit ett utlåtande från en internationell forskningsgrupp så kommer diskussionen om det är kväve eller fosfor som man först bör åtgärda antagligen inte att upphöra. Diskussionen rullar nog på med oförminskad styrka och det finns säkert saker som tål att kritiseras och ältas ett tag till. Det enda som man kan enas om är antagligen att en kraftig avlastning av så väl kväve som fosfor måste inträffa om vi inte vill att utvecklingen ska pågå som den gör nu.

I Östersjöns avrinningsområde ingår 8 länder som måste utveckla samarbetet för att kunna uppnå önskade helhetsresultat. Sedan länge finns det ett visst samarbete inom den så kallade Helsingforskommissionen. Tack vare EU finns det nu också en mängd olika internationella överenskommelser: EU:s vattendirektiv, Nitratdirektiv och en hel del andra som omfattar kvävenedfallet. Dessa kommer dock inte att kunna reducera kvävenedfallet över skog till acceptabla nivåer till år 2010 som vi strävar efter. Det behövs alltså ytterligare åtgärder i EU och övriga Europa. Det totala utsläppet av fosfor från länderna kring Östersjön var år 2000 drygt 34 500 ton. Av detta kom endast 14 procent från Sverige, medan det mesta kom från Polen. I S:t Petersburg har Sverige varit med och sponsrat bygget av ett modernt avloppsreningsverk som kommer att minska en del av denna stads avloppsbelastning på

Finska viken och därmed förbättra Östersjön. Sverige har också ambitionen att leda utvecklingen och bör därför inte bara satsa på internationella åtgärder utan också städa framför sin egen dörr. Därför är satsningar på förbättringar i tillrinningsområden till Östersjön som t ex Örsundaån också av vikt. Effekten av olika åtgärder på fosforläckaget från jordbruk kan idag inte bedömas, eftersom man i stort sett saknar forskningsresultat (Ulén, 2005). Den här studien i Örsundaån indikerar dock att man borde komma en bit på väg och genom att få bort mycket fosfor från de enskilda avloppen om man bara vågade ta tag i det problemet.

## Tackord

Jakob Nisell på miljöanalys som gjorde det möjligt att beräkna djurhållning från församlingsstatistiken.

Jennie Tjernell Länsstyrelsen Uppsala för ovärderlig hjälp.

Barbro Ulén SLU avdelningen för vattenvårdslära för enorm hjälp med det ena och det andra.

Viking Walgeborg, Vattenverk, process- och avloppsteknik, Enköpings kommun. För visat intresse och svar på våra frågor.

Arne Gustafson SLU avdelningen för vattenvårdslära för bra support.

## Litteraturförteckning

Boesch, D., Hecky, R., O'Melia, C., Schindler, D. & Seitzinger, S. 2005. Expert evaluation of the eutrophication of the seas surrounding Sweden. Swedish Environmental Protection Agency 29-09-2005, 54 pp.

Brunberg, A-K. & Blomqvist, P. 1998. Vatten i Uppsala län 1997. *Upplandstiftelsen, rapport 8/1998*

Djodjic, F. & Bergström, L. 2005. Conditional phosphorus index as an educational tool for risk assessment and phosphorus management. *Ambio*, vol. 34(3-4), pp. 296-300.

Ekholm, P. & Krogerus, K. 2003. Determining algal-available phosphorus of different origin: routine phosphorus analyses versus algal assays. *Hydrobiologia* 292, 29-42.

Eriksson, J., Andersson, A., Andersson, R. Åkermarkens matjordstyper – Texture of agricultural topsoils in Sweden. *Naturvårdsverket, rapport 4955*

Hilding, E. 2004. Miljöövervakning i Mälaren 2004, *rapport till Mälarens vattenvårdsförbund*.

Johnsson, P. Naturvårdsverket. muntl. Meddelande

Kyllmar, K. SLU, avd. Vattenvårdslära. muntl. Meddelande

Kyllmar, K. & Johnsson, H. 2000. Typområden på jordbruksmark (JRK) Avrinning och växtnäring förluster för de agrohydrologiska åren 1996/97 och 1997/98. Avdelningen för vattenvårdslära.

Kvalitetsmanual för Laboratoriet vid Avdelningen för Vattenvårdslära, 2005 - Box 7014 750 07  
Uppsala

Ulén, B. & Fölster, J. 2005. Närsaltskoncentrationer och trender i jordbruksdominerade vattendrag.  
Ekohydrologi 84, 25 sidor.

Ulén, B. 2005. Fosforförluster från mark till vatten, Identifikation av kritiska källor och möjliga  
motåtgärder. Naturvårdsverket Rapport 5507 ISBN 91-620-5507-0, ISSN 0282-7298, 61 sidor  
(Ulén,)

Ulén, B. 2000. "Närsaltsbelastningen på Ekoln" . Stencilerad rapport, Länsstyrelsen i Uppsala

Ulén, B. 2003. Concentration and transport of different forms of phosphorus during snowmelt runoff  
from an illite clay soil. Hydrol. Proc. 17, 747-758.

Ulén, B. & Kalisky, T. 2005. Water erosion and phosphorus problems in an agricultural catchment –  
Need for natural research for implementation of the EU Water Framework Directive.  
Environmental Science & Policy 8, 477-484.

Ulén, B. & Kalisky, T. 2005. Water erosion and phosphorus problems in an agricultural catchment –  
Lesson from implementation of the EU Water Framework Directive. Environmental Science &  
Policy 8, 485-492.

Vinnerås, B. 2002. Possibilities for sustainable recycling by faecal separation combined with urin  
diversion. Dissertation, SLU Uppsala, Agraria **353**

## **Bilaga 1. Provpunkter och delavrinningsområden.**

Punkt 1 representerar 29,2 km<sup>2</sup>. Punkten är förlagd uppströms Örsundsbro. Området domineras av jordbruksmark (56 %), 37 % är skogsmark, 4 % våtmark samt 3 % övrig mark. Höjdskillnaden är 60 meter.

Punkt 2 valdes ut för att fånga upp värdena från området med ett samhälle och hel del spridd bebyggelse.

Punkt 3 är belägen i utloppet från Alstasjön. Avrinningsområdet är 82,0 km<sup>2</sup> och består utav 68 % skogsmark, 22 % åker- och ängsmark, 5 % våtmark, 4 % sjöar samt 1 % övrig mark. Höjdskillnaden är 85 meter.

Punkt 4 valdes för att få en uppfattning om vilka värden man har i det ingående vattnet till Alsta sjö. Den representerar: 41 % skogsmark, 55 % åker- och ängsmark, 1 % våtmark samt 3 % sjö. Höjdskillnaden är 55 meter.

Punkt 5 ligger i det jordbruksdominerade Långtoraområdet, från vilket det finns mycket data att jämföra med. Det representerar ett förhållandevis litet delområde om 37,2 km<sup>2</sup> som består av 72 % åker- och ängsmark, 27 % skogsmark samt 1 % våtmark. Höjdskillnaden är 55 meter.

Punkt 6 samlar vatten från ett 149 km<sup>2</sup> stort område, Skattmansöån, bestående utav 56 % skogsmark, 38 % åker- och ängsmark, 4 % våtmark, 1 % sjö samt 1 % övrig mark. Höjdskillnaden är 110 meter. .

Punkt 7 dvs Gällbäckens provpunkt är belägen precis innan bäcken rinner ut i Örsundaån . Delområdet mäter 47,6 km<sup>2</sup> och består av t, 52 % skogsmark, 45 % åker- och ängsmark samt 3 % våtmark. Höjdskillnaden är 80 meter.

Punkt 8 ligger i Örsundaåns övre del. Delområde är 61,4 km<sup>2</sup> stort och består av: 29 % skogsmark, 70 % åker- och ängsmark samt 1 % våtmark. Höjdskillnaden är 70 meter.

Punkt 9 ligger vid Forsby och representerar 50 % skogsmark. Höjdskillnaden är 70 meter.

Punkt 10 och 11 är båda belägna i samma delavrinningsområde. Punkterna ligger så till att representera ett skogligt värde, och 10 en hög andel jordbruksmark. Det ligger ett hus precis vid provpunkten 10. Hela området är 82,8 km<sup>2</sup> och har följande fördelning: 49 % skogsmark, 46 % åker- och ängsmark, 4 % våtmark samt 1 % övrig mark. Höjdskillnaden är 60 meter. Fjärdhundra tätort ligger nedströms båda punkterna och har därför ingen direkt påverkan på resultaten.

Punkt 12 representerar ett rent skogsvärde, förutom några procent våtmark. Höjdskillnaden är 90 meter.

Punkt 13 hittar man nordväst om Morgongåva, det är en liten bäck som ligger långt upp Skattmansöån. Området har nästan uteslutande skogsmark i sitt område. Höjdskillnaden är 110 meter.



Punkt 14 och 15 ligger i samma delavrinningsområde som föregående punkt, och har det gemensamt med 13 att det är små bäckar som nästan uteslutande har skogsmark i sitt tillrinningsområde.

Punkt 16 och 17 ligger båda i östra Lillån. Punkt 17 ligger längs österut och är en ren skogspunkt, men punkt 16 har lite mer åker- och ängsmark i sitt tillrinningsområde. Höjdskillnaden är 85 meter.

## **Bilaga 2. Beräkningsunderlag för hur mycket växtnäringsämnen som genereras i de enskilda avloppen.**

Fördelningen bland de hushåll som inte är kopplade till de kommunala avloppsreningsverken är som följer. Av ca 5600 hushåll i glesbyggd har 5 200 hushåll enskilda avlopp, 300 hushåll saknar det helt och för 100 hushåll har man ingen tillförlitlig uppgift på vad som gäller. En människa genererar under ett normalt år kväve och fosfor av storleksordningen enligt tabell 9.

Tabell 9. Mängderna kväve och fosfor som en person genererar på ett år (Winnerås, 2002)

Ursprung	Kväve, g/person*år	Fosfor, g/person*år
Urin	4000	183
Fekalier	550	365
Gråvatten	500	190
Totalt	5050	738

Beräkningar: 5 200 hushåll (2,5 personer per hushåll) motsvarar 13 000 personer. Detta motsvarar 59 150 kg kväve och 6 994 kg fosfor i fekalier och urin. För gråvattnet (dvs. disk- och tvättvatten) blir motsvarande siffror 6 500 kg kväve och 2 470 kg fosfor. Mängderna kan detta korrigeras med en "hemmavarande faktor" som kan sättas till 0.7. Detta korrigerar för hur mycket personerna ifråga är hemma och nyttjar sina reningsanläggningar eftersom en stor del av befolkningen befinner sig inte i sin bostad under arbetstid: 41 405 kg kväve och 4 896 kg fosfor i fekalier och urin. Gråvattnet omfattas inte av "hemmavarande Faktorn".

Totalt:  $41\,405 + 6\,500 = 47\,905$  kg kväve och  $4\,896 + 2\,470 = 7\,366$  kg fosfor.

Detta renas till en viss del i de olika avloppslösningarna vilket beräknats med hjälp av schablonvärden och vissa antaganden enligt tabell 10. (Tjernell, 2005).

Genom slamavskiljning :  $47\,905 * 0.39 * 0.875 = 16\,348$  kg kväve

$7\,366 * 0.39 * 0.925 = 2\,657$  kg fosfor.

Genom markbädd:  $47\,905 * 0.09 * 0.56 = 2\,414$  kg kväve

$7\,366 * 0.09 * 0.35 = 232$  kg fosfor.

Infiltrationsanläggningar:  $47\,905 * 0.52 * 0.24 = 5\,979$  kg kväve

$7\,366 * 0.52 * 0.12 = 460$  kg fosfor.

För de som inte har någon form av rening eller inte har uppgivit vad de har för rening av avloppsvattnet (400 hushåll dvs. 1000 personer):

Fekalier och urin genererar 4 550 kg kväve och 538 kg fosfor, efter korrigering för "hemmavarande" 3 185 kg kväve och 376 kg fosfor. Gråvattnet från dessa personer blir 500 kg kväve och 190 kg fosfor.

Summering: från av kväve och fosfor direkt från de enskilda avlopp motsvara 28 426 kg kväve och 3 915 kg fosfor årligen .

Tabell 10. Fördelning av reningstekniker i området samt teknikernas effektivitet att reducera kväve respektive fosfor.

Reningsteknik	Fördelning i området	Reduktion av totalkväve	Reduktion av totalfosfor
Slamavskiljare	39%	10-15%	5-10%
Markbädd	9%	44%	65%
Infiltrationsanläggning	52%	76%	88%

### ***Bilaga 3. Allmänt om fosfor och kväve från lerområden***

#### **Fosfor (P)**

Lerjordar har en mycket god struktur, det bildas ofta så kallade makroporer (sprickor, maskgångar, rotkanaler). Där kan markvätskan transporteras mycket snabbt vid gynnsamma förutsättningar och då kan vattenlöst P komma ner till dräneringsrören otroligt snabbt. I lysimeterförsök uppmätte Djodjic, (2001) en P utlakning från lerjordar på mellan 2 och 6,5 kg per hektar och år. I försök med radioaktivt märkt gödsel hade 70 % av den uppmätta P i dräneringsvattnet härstammat från den tillförda gödseln. Det faktum att transporten blir så snabb gör att även om vattnet passerar markprofilen hinner inte P bindas i alven. Nedmyllning av gödseln ökar kontakten mellan gödseln och markpartiklarna och leder till att utlakningen minskar. På lång sikt råder det en balans mellan tillförsel och bortförsel. Utlakningen sker inte kontinuerligt utan den följer perioder med stora vattenflöden, ett typexempel är snösmältningen. Under den här tiden är det inte ovanligt att vatten blir stående på fältet, och då ökar ofta P-förlusterna. Dels så bildas det ett starkt övertryck som pressar ner vattnet genom de stora porerna (makroporflöde) och under pölarna blir det en syrefrimiljö som möjliggör för P att bli mer rörlig. Utlakningen består utav antingen löst eller partikelbunden P.

För att maximera nyttan av ansträngningarna måste man beakta varje fält som en individ, förlusterna kan nämligen variera väldigt mycket beroende på en mängd olika variabler. Viltiga variabler är markens fysiska, kemiska, hydrologiska och topografiska egenskaper, sedan spelar fältets placering i avrinningsområdet en betydande roll. Dessa faktorer har utnyttjats för ett ”villkorat” P-index (Djodjic & Bergström, 2005) som är under ytterligare utveckling. De fälten som Djodjic pekar ut som de största farorna är de som belastas med mycket gödselmedel eller de som sen gammalt är kraftigt uppgödslade. Viktiga transportmekanismer är ytavrinning, erosion och dränering. Även typ av gödselmedel, tidpunkt för applicering, och gödslingsmetoder är också viktiga och ligger till grund för uträkandet av ett riskindex för P-förluster. Kunskaperna om dessa faktorerers betydelse är dock mycket begränsade (Ulén, 2005).

Fosfor kan förekomma i flera former varav en grov indelning är att det finns löst och bundet fosfor. Den lösta formen är omgående tillgänglig för växtupptag medan den bundna fosfor måste genomgå nedbrytning för att komma växterna till godo. Olika markpartiklar har möjlighet att binda till sig fosfor. Även om fosforpartiklarna redan har spolats iväg finns det viss möjlighet att hejda dem när farten i vattnet blir tillräckligt låg så att partiklarna kan sedimentera. Sedimenten i sjöar och åar kan börja läcka fosfor om det t ex blir ont om syrgas närmast botten, detta kan inträffa under vinterhalvåret då det ibland ligger is länge. (Ulén, 2005).

#### **Kväve (N)**

Kvävet har länge betraktats som mindre viktigt när man har diskuterat det faktum att sjöar och havsvikar växer igen. Det är dock inte ovanligt att sjöar blir kvävebegränsade under delar av året. Jordbruksmarken är en stor kvävekälla. Man satsar nu för att nå upp till ett av Riksdagens miljömål ”ingen övergödning” genom att proklamera för fånggrödor och att jordbearbeta på våren i stället för hösten. Det man vill undvika är att marken ligger bar och obevuxen när det regnar på hösten och att N lakas ut då ingen gröda kan tillgodogöra sig det. (Naturvårdsverket, 2005) [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se) (2005-12-21)

Det finns även andra problem som man vill undvika när det gäller N och det är alltför höga halter i dricksvattnet. Det kan bli ett växande problem om man inte är medveten om det och arbetar målinriktat.